

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-165753

(43)Date of publication of application : 23.06.1998

(51)Int.Cl.

B01D 53/32

B01D 53/34

B01D 53/46

B01D 53/54

B01D 53/70

B01D 53/68

(21)Application number : 09-200044

(71)Applicant : L'AIR LIQUIDE

(22)Date of filing : 25.07.1997

(72)Inventor : ROSTAING JEAN CLAUDE  
FRANCOIS COEURET  
CLAUDE DE SAINT ETIENNE  
MICHEL MOISAN

(30)Priority

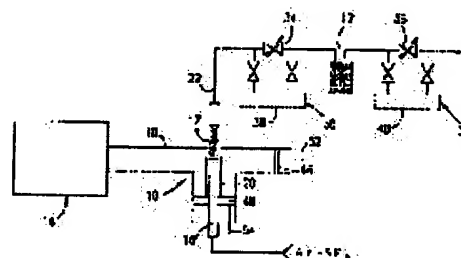
Priority number : 96 9609475 Priority date : 26.07.1996 Priority country : FR

(54) PROCESS AND DEVICE FOR TREATING PERFLORINATED GAS AND HYDROFLUOROCARBON

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a process for treating effectively perfluorinated gas and hydrofluorocarbon.

SOLUTION: Atmospheric pressure plasma 17 is generated at least in one hollow dielectric tube 16, and particularly in the state of bringing gas to be treated into contact with the above-said plasma 17 for the purpose of dissociating molecules constituting the above-said gas to form a reactive compound as a fluorinated compound, the gas is flowed through at least one hollow dielectric tube 16, and the above-said reactive compound thus formed is reacted with a reactive matter 12 for the purpose of destroying the reactive compound.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

• [Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-165753

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月23日

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

B 0 1 D 53/32

53/34

53/46

53/54

53/70

識別記号

Z A B

F I

B 0 1 D 53/32

53/34

Z A B

1 2 1 Z

1 2 8

1 3 4 E

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-200044

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月25日

(31) 優先権主張番号

9 6 0 9 4 7 5

(32) 優先日

1996年7月26日

(33) 優先権主張国

フランス (F R)

(71) 出願人 591036572

レール・リキード・ソシエテ・アノニム・  
プール・レテュード・エ・レクスプロワタ  
シオン・デ・プロセデ・ジョルジュ・クロ  
ード

フランス国、75321 パリ・セデクス 07、  
カイ・ドルセイ 75

(72) 発明者 ジャン - クリスフ・ロステング

フランス国、78530 ビュック、ブラー  
ス・ドゥ・マルシェ 24

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

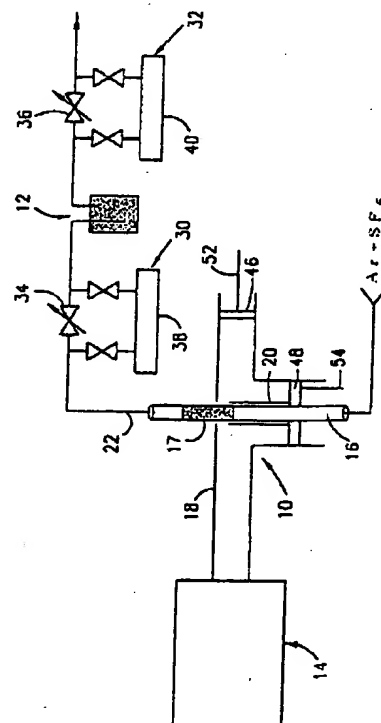
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 過フッ素化ガスおよびハイドロフルオロカーボンの処理方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 過フッ素化ガスおよびハイドロフルオロカーボンガスを効率的に処理する方法を提供する

【解決手段】 少なくとも1つの中空誘電体チューブ (16) 中で大気圧プラズマ (17) を発生させ、特にフッ素化合物である反応性化合物を形成すべく上記ガスを構成する分子を解離する目的で、上記処理すべきガスを、上記プラズマ (17) と接触した状態で、上記の少なくとも1つの中空誘電体チューブ (16) を通して流し、形成された上記反応性化合物をその破壊を目的として対応する反応性物質 (12) と反応させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 過フッ素化ガスおよび／またはハイドロフルオロカーボンガスの処理方法であって、少なくとも1つの中空誘電体チューブ中で大気圧プラズマを発生させる工程、

反応性化合物、特にフッ素化合物を生成すべく上記ガスを構成する分子を解離する目的で、上記処理すべきガスを上記プラズマと接触した状態で、上記の少なくとも1つの中空誘電体チューブを通して流す工程、および生成した上記反応性化合物をその破壊を目的として対応する反応性物質と反応させる工程を含む処理方法。

【請求項2】 ガスプラズマ発生工程が、上記中空誘電体チューブを通してキャリアガスを流し、このキャリアガスと上記誘電体チューブを通して進む移動電磁表面波の電界によって上記キャリアガスを励起しイオン化して、局部的な熱力学的平衡にないプラズマのカラムを形成することからなる請求項1記載の処理方法。

【請求項3】 表面波がサーファクトロンガイド型の表面波励起器によって発生される請求項2記載の処理方法。

【請求項4】 上記キャリアガスが、アルゴンからなる請求項2または3記載の処理方法。

【請求項5】 上記過フッ素化ガスが、特に  $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{SF}_6$  および  $\text{NF}_3$  から選ばれ、ハイドロフルオロカーボンガスが、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ 、 $\text{C}_2\text{HF}_5$  および  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$  から選ばれる請求項1ないし4のいずれか1項記載の処理方法。

【請求項6】 上記の少なくとも1つの中空誘電体チューブを通して上記処理すべきガスを流す工程に先立って、処理すべきガスに少なくとも1種の補助ガスを混合する工程をさらに含む請求項1ないし5のいずれか1項記載の処理方法。

【請求項7】 上記補助ガスが酸素からなる請求項6記載の処理方法。

【請求項8】 上記反応性化合物を対応する反応性物質と反応させる工程が、上記反応性化合物をソーダ石灰、水およびアルカリ性水溶液から選ばれる反応性物質と反応させることからなる請求項1ないし7のいずれか1項記載の処理方法。

【請求項9】 請求項1ないし8のいずれか1項記載の処理方法を実施するための、過フッ素化ガスおよび／またはハイドロフルオロカーボンガスの破壊処理用装置であって、少なくとも1つの高周波表面波励起器と組み合わせて、この少なくとも1つの励起器によって発生された波を、大気圧プラズマをその中で発生させるためにキャリアガスが供給されかつ内部を通して上記処理すべきガスが流れるところの少なくとも1つの中空誘電体チューブに導くように設計された導波管を含み、上記過フッ素化ガスおよび／またはハイドロフルオロカーボンガスの分子は反応性化合物、特に反応性フッ素化合物を

生成するためにプラズマ中で解離されるものであり、および対応する中空誘電体チューブの出口側に配置された上記反応性化合物用の少なくとも1つの処理器を含む処理装置。

【請求項10】 各表面波励起器が、対応する誘電体チューブを内部に装着した導電性物質からなる円筒状スリーブを具備し、上記励起器の内壁と上記スリーブ(20)の自由端の間にあるスペースで上記チューブと同軸の電界を発生する目的で入射波を集中させるための領域を含む請求項9記載の装置。

【請求項11】 上記スリーブが、上記誘電体チューブが装着された内側シリンドー、および上記内側シリンドーと共に液状冷却材が供給されている冷却室を規定する外側シリンドーを含む請求項10記載の装置。

【請求項12】 上記スリーブと上記誘電体チューブが円筒状スペースによって分離され、上記スペース(にガス状冷却材を供給する手段を含む請求項10または11記載の装置。

【請求項13】 上記中空誘電体チューブが、同軸的に配列された2つの中空誘電体チューブ自体の組み合わせからなり、その間にはキャリアガスを供給された円筒状室が形成されていて、上記過フッ素化ガスおよび／またはハイドロフルオロカーボンガスはこの内側チューブを通して流れる請求項9ないし11のいずれか1項記載の装置。

【請求項14】 上記誘電体チューブが、フッ素化合物種に無感応性物質、特にアルミナのようなセラミックからなる請求項9ないし12のいずれか1項記載の装置。

【請求項15】 上記誘電体チューブと同軸のシリカチューブをさらに含み、両チューブ間に冷却材が流れる請求項14記載の装置。

【請求項16】 各表面波励起器が、外側円筒状スリーブの壁から離間して配置された4分の1波長トラップを形成する同軸ブランジャーであって上記の外側円筒状スリーブの内側をスライドするブランジャーを含むインピーダンス調整手段を具備する請求項10ないし15のいずれか1項記載の装置。

【請求項17】 上記入射波集中領域に近接した各励起器の壁が薄くなっている請求項10ないし16のいずれか1項記載の装置。

【請求項18】 上記反応性安定化合物処理用の少なくとも1つの処理器はそれぞれソーダ石灰のカートリッジ(12)からなる請求項9ないし17のいずれか1項記載の装置。

【請求項19】 直列に配置された少なくとも2つの高周波表面波励起器、それぞれ対応する励起器の出口側に配置されている上記反応性ガス、特に反応性フッ素化合物処理用の少なくとも2つの処理器、および上記少なくとも2つの励起器の間に挿入された少なくとも1つの脱

水器を含む請求項9ないし18のいずれか1項記載の装置。

【請求項20】 上記表面波励起器はそれぞれサーファトロンガイド型の励起器から構成される請求項9ないし19のいずれか1項記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、過フッ素化ガス、特に、ペルフルオロカーボン、およびハイドロフルオロカーボンをそれらを破壊することを目的として処理するための方法、並びにその方法を実施するための処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】温室効果の増加により気候の地球規模の温暖化に寄与し得ると信じられている人類の活動によって発生する各種ガス状流出物の削減は、現在、国際的議定事項の主要項目となっている。世界規模の条約の枠組み内で協調された、各国内での指令書および勧告書の草案作成は、現在、比較的進んだ段階にある。参加各国は、次の段階として比較的近い将来に強制力を持った法的対策を採用できるであろう。

【0003】現在、産業界および政府の関心事は、排出量が最大で大気中の濃度が際立って最大である、最もよく知られた温室効果ガス種、すなわち炭酸ガス ( $\text{CO}_2$ ) に実質的に焦点を絞っている。

【0004】しかし、その排出量が  $\text{CO}_2$  よりも数桁も小さいとはいえ、他のガスも、起こりうる気候温暖化に同じく重要な寄与をなし得る。これらは過フッ素化合物 (PFC) およびハイドロフルオロカーボン (HFC) である、何故ならば、これらのガスは炭酸ガスのそれよりも数桁も大きい「地球温暖化能力」を引き起こす、大気中の寿命と赤外部の吸収を持つからである。

【0005】このように、四フッ化炭素 ( $\text{CF}_4$ ) は、 $\text{CO}_2$  の場合の300~400 ppmvに比較して、約百万分の一部 (ppmv) の平均濃度で地球の大気中に存在するに過ぎない。しかし、その大気中での寿命は、 $\text{CO}_2$  の100年に比較して約50,000年であると推定されているし、その赤外部の吸収性はかなり高い。

【0006】これらのガスは半導体工業で広範囲に使用されているので、これらのガスに関する状況は特別でもある。これらは集積回路におけるパターンのプラズマエッチング、および特にプラズマを用いる薄膜堆積用反応器の洗浄に使用される。これらは、これらの工程で完全には消費されず、決して無視は出来ない残留分の排出を起こす。

【0007】多くの他の分野に比較して、マイクロエレクトロニクス業界はガス状流出物 (流出物) の再処理問題に早くから留意していた。この事情には幾つかの理由があって、その一つは、係わりのある物質の幾つかは特に目立った危険性、すなわち高度の毒性、高度の腐食性

と気道損傷性、引火性および爆発性にある。従ってこの業界がまた、一般に余り反応性が無くて低毒性ないし無毒性なので全く異種の潜在的危険を提供する、過フッ素化およびハイドロフルオロカーボン温室効果ガスの排出制限に第一に関係することがよく理解できる。

【0008】その上、現時点では、これらのガスのある製造者は、公式な規制枠組みが恐らく成立するのを予想して、例えば、工程機械から出る未反応  $\text{C}_2\text{F}_6$  の最低量 (例えば80%) を破壊または回収する適切な処置を講じない使用者には以後は供給を停止することによる、顧客に対する制限的な行為を率先してすることを選択している。

【0009】従って、集積回路製造者は、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、より一般的には全PFCとHFCの排出削減問題への早期解決策を現在求めている。

【0010】この範囲にある分子であって地球温暖化能力が最も低い分子を、方法中に好ましくは使用することからなる中間的ステップのアイデアは、全く幻想的である。

【0011】これは、エッチングや反応器洗浄といった個々のプロセスについての分子の選定は、その分子の特性によって支配されるからである。現在、特に活性ガスの最大消費量を持つ用途であって、処理の高速度が理由で  $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$  および  $\text{NF}_3$  の使用回避が殆ど不可能な洗浄に関しては、非常に少数の考えられ得る代替物質しか存在しない。

【0012】従って、全ての場合に、プロセス中に反応せずに残り、処置しなければ大気中に放出されることになる過フッ素化ガスおよびハイドロフルオロカーボンガスの破壊あるいは回収を目指すことが必要である。

【0013】まず、PFCとHFCの破壊のために幾つかの解決策があり、これらは技術的および商業的見地から色々なレベルの成熟度に達している。

【0014】現時点では、バーナーを使用する熱分解的破壊のみが、市販の装置を使用する工業的スケールに到達している。

【0015】このシステムでは、破壊すべき分子は天然ガスおよび/または水素の燃焼によって供給される熱によって熱分解される。分解後、フッ素は極めて反応性が高い酸性化学物質種、特にHFの形態にあり、これは以後アルカリ性水溶液のと反応で破壊が極めて容易である。

【0016】この技術は現在、広く使用されている。しかし、この技術は多くの点で不利である。

【0017】すなわち、空気中での燃焼プロセスが何れもそうであるが、この技術はそれ自体が環境に有害であって、その排出に関して特定の法規的制限の対象になるかあるいはなるとであろう窒素酸化物を発生する。その上、燃焼用ガスが天然ガスであれば、大量の  $\text{CO}_2$  が発生するであろう。

【0018】このようにして形成される大気地球温暖化の潜在能力は、破壊されるフッ素化ガスのそれよりも遙かに少ない。しかし、多くの著者は、PFCとHFCに関する規制よりも二酸化炭素に関する規制の変更が速いのを特に理由として、このCO<sub>2</sub>排出が技術の普及に際しての制止的要素であると考ええる。

【0019】事実、高い破壊収率（95～99%）を達成するには、特にSF<sub>6</sub>やCF<sub>4</sub>のような最も安定な化合物の場合には、水素をしかも大量に燃やす必要があるの  
10 で、PFCおよびHFC化合物の破壊用に天然ガスは部分的に使用されるだけか、あるいは全然使用されないことさえある。勿論、このことはコスト問題とさらに大きな程度に安全性の問題を提起し、潜在的利用者への利点を大きく制限する。

【0020】この欠点を克服するために、PFCとHFCをある種の固体上での熱化学的分解によって、あるいはこの固体との純粋且つ単純な完全反応によつて処理することさえ目論まれた。しかし、これらの分子は極めて安定であり、そのために考えられ得る使用物質の範囲が  
20 殊のほか制限され、必要温度が一般に高いままである。

【0021】極めて高価な貴金属系触媒の使用によってのみ、有望な結果が得られた。満足すべき商業的システムが存在している他の分子の場合のように、現実的な破壊効率を提供し得るもっと一般的な固体は未だに見  
30 されていない。

【0022】過フッ素化合物およびハイドロフルオロカーボンの破壊の難しさに直面して、その排出削減用の他の方法、すなわち、プロセス反応器から放出された排出混合物からこれらの物質の分離後の回収を考  
30 えることが可能である。事実、この技術は破壊と完全には同時発生的ではない。実際、技術的選択は、当該国における例えば法制的制約や専門的慣習に係わるある種の要因によって影響されるかも知れない。

【0023】このようにして、米国では半導体製造プラントは一般にガス状排出物収集処理用の集中的システムを具備しているが、日本では実施は排出点に近接した小規模処理システム  
40 の方向に一層移行しつつある。

【0024】しかし、公知の回収技術は大量産出の場合にのみ有利であつて、特に集中的処理方式に好適であ  
40 る。

【0025】その上に、高い産出量の場合に如何に破壊システムを実現するかについては現在のところ知られていない。破壊と回収の概念は補完的であり、平行して開発されねばならない。

【0026】従つて、如何なる環境下でも、水素バーナーよりも効率的で、安価で制約が少ない破壊システムが求められている。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、PF 50

CおよびHFCガス処理のための公知の方法の欠点を克服するため並びに大気中への排出削減のために、ガスの破壊を目的として、安価で実施が比較的容易な過フッ素化(perfluorinated)ガスおよびハイドロフルオロカーボンガスの処理方法を提供することである。

【0028】本発明の主題は、従つて、過フッ素化ガスおよび/またはハイドロフルオロカーボンガスの処理方法であつて、少なくとも1つの中空誘電体チューブ中で大気圧プラズマを発生させる工程；反応性化合物、特に  
10 フッ素化合物を形成すべく、上記処理すべきガスを構成する分子を解離する目的で、上記処理すべきガスを、上記プラズマと接触させた状態で、上記の少なくとも1つの中空誘電体チューブを通して流す工程；および生成した上記反応性化合物をその破壊を目的として対応する反応性物質(reactive element)と反応させる工程を含む方法である。

【0029】本発明の方法はガス状プラズマ発生工程が、上記中空誘電体チューブを通してキャリアーガスを流し、このキャリアーガスと上記中空誘電体チューブを  
20 通つて動く移動電磁表面波の電界によって上記キャリアーガスを励起しイオン化して、局所的な熱力学的平衡にないプラズマのカラムを形成することからなり；上記の表面波が、サーファトロンガイド型(surfatron-guide type)の表面波励起器によつて発生され；上記キャリアーガスが、例えばアルゴンからなり；上記過フッ素化ガスが、特にCF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、SF<sub>6</sub>およびNF<sub>3</sub>から選ばれ、ハイドロフルオロカーボンガスが、CHF<sub>3</sub>、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>5</sub>およびC<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>から選ばれ；上記の方法が、上記少なくとも1つの  
30 中空誘電体チューブを通して上記ガスを流す工程に先立って、処理すべきガスを少なくとも1種の補助ガスと混合する工程をさらに含み；上記補助ガスが、酸素からなり；上記反応性化合物を上記対応する反応性物質と反応させる工程が、上記反応性化合物をソーダ石灰、水およびアルカリ性水溶液から選ばれる反応性物質と反応させることとなる；という特徴の1つあるいはそれ以上を含み得る。

【0030】本発明の主題は、また、上に述べた処理方法を実施するための、過フッ素化ガスおよび/またはハイドロフルオロカーボンガスの破壊処理用装置であつて、この装置は、少なくとも1つの高周波表面波励起器と組み合わせて、この少なくとも1つの励起器によつて発生された波を、大気圧プラズマをその中で発生させるためにキャリアーガスが供給されかつ内部を通して上記  
40 処理すべきガスが流れるところの少なくとも1つの中空誘電体チューブに導くように設計された導波管を含み、上記過フッ素化ガスおよび/またはハイドロフルオロカーボンガスの分子は反応性化合物、特に反応性フッ素化合物を生成するためにプラズマ中で解離されるものであり、および対応する中空誘電体チューブの出口側に配

置された上記反応性化合物用の少なくとも1つの処理器を含む装置である。

【0031】本発明の装置は、各表面波励起器が、対応する誘電体チューブを内部に装着した導電性物質からなる円筒状スリーブを具備し、上記励起器の内壁と上記スリーブの自由端の間にあるスペースにおいて上記チューブと同軸の電界を発生する目的で入射波を集中 (concentrate) させるための領域を含み；上記スリーブが、上記誘電体チューブが装着された内側シリンドー、および液状冷却材が供給される冷却室上記内側シリンドーとともに規定する外側シリンドーを含み；上記スリーブと上記放電管とが円筒状スペースによって分離されているので、上記装置はこのスペースにガス状冷却材を供給する手段を含み；上記中空誘電体チューブが、同軸的に配列された2つの中空誘電体チューブ自体の組み合わせからなり、その間にはキャリアガスが供給される円筒状室が形成され、上記過フッ素化ガスおよび/またはハイドロフルオロカーボンガスはこの内側チューブを通して流れ；変形として、上記誘電体チューブが、励起されたフッ素化合物種に無感応性の物質、特にアルミナのようなセラミックからなり；この装置が、上記誘電体チューブと同軸のシリカチューブをさらに含み、両チューブ間には冷却材が流れ；各表面波励起器が、外側円筒状スリーブの壁から離間して配置された4分の1波長トラップを形成する同軸ブランジャーであって上記の外側円筒状スリーブの内側をスライドするブランジャーを含むインピーダンス調整手段を具備し；上記入射波濃縮領域に近接した各表面波励起器の壁が、薄くなっており；上記反応性安定化合物処理用の少なくとも1つの処理器が、それぞれソーダ石灰のカートリッジからなり；上記装置が、直列に配置された少なくとも2つの高周波表面波励起器、それぞれ対応する励起器の出口側に配置されている上記反応性ガス、特に反応性フッ素化ガス処理用の少なくとも2つの処理器、および上記少なくとも2つの励起器の間に挿入された少なくとも1つの脱水器を含み；上記表面波励起器はそれぞれサーファトロンガイド型の励起器から構成されるという特徴の1つまたはそれ以上を含み得る装置である。

【0032】他の特徴と利点は単に例示として、添付の図面を参照して与えられた以下の記述から明白になるであらう。

【0033】

【発明の実施の形態】図1は、過フッ素化ガス、特にペフルオロカーボンガス、およびハイドロフルオロカーボンガスの破壊処理用装置を概略的に示すものである。

【0034】この装置の目的は、処理すべきガスを、初期には中性であるガス分子からの電子の剥奪によるガスのイオン化によって放電を発生させるのに十分な強度の電界に置くことである。

【0035】この放電作用の下で、ガス分子は解離され

て、初期の分子よりはサイズが小さいラジカルを形成し、その結果、個々の原子を形成する。さらに、初期の分子のそれとは異なる化学特性を持った新しい分子あるいは新しい分子断片が形成される。

【0036】この装置は、例えば集積回路製造プラントの下流に、PFCおよびHFCの処理を目的として、特にこれらの反応性に乏しいガス状流出物を、溶液または固体状のアルカリ性媒体で処理するような、酸性流出物破壊用の通常技術を使用して処理され得る反応性化合物に変換することを目的として設けられる。

【0037】この変換を達成するために、本発明の装置は、処理すべきガスを対応する反応性ガス特に反応性フッ素化ガスに変換するためのプラズマ発生を目的とした、表面波励起器から構成される参照符号10で示す高周波電界印加装置、およびプラズマ発生装置10によって変換されたガスを破壊するソーダ石灰カートリッジ12を含む。

【0038】この装置は、高周波電界印加装置10に連結して、マイクロウェーブ発生器14、内部に処理すべきガス状流出物と適切なキャリアガスが流れ、プラズマ17が形成される放電管16、並びに導波管18を含む。

【0039】高周波電界印加装置は、マイクロウェーブ発生器14によって発生されたマイクロウェーブ放射線を、導波管18との組み合わせで、放電管16に導くサーファトロンガイド型電界印加器から構成される。

【0040】当該実施例では、図1に示すように、キャリアガスはアルゴン (Ar) からなり、処理すべきガスはSF<sub>6</sub> である。

【0041】図1は、また、放電管16が、図2を参照して詳述される構造の導電性物質からなるスリーブ20中に配置されていることを示す。それは、電界印加器18の外で、ガスの流れ方向に関して下流側で、変換されたガスをカートリッジ12に搬送するためのライン12に連結されている。

【0042】図1は、また、ライン12が、対応するバルブ34と36で制御されフーリエ変換赤外分光分析を用いてガス分析を実施するためのサンプル採取用セル38と40がシールされて装着されている2つの分岐装置30と32を含むことを示す。

【0043】これらのセルは、長さが約100mmで予定の用途には十分である検出限界を与える「スペクトラテック」(SPECTRA-TEC) 単路型セルである。

【0044】ライン12が全体的に腐食性物質に対して極めて耐性があるポリマーであるテフロン (登録商標) PFAからなることが指摘される。これは、316L型ステンレススチールを含めた金属製部品の寿命が想定使用条件下で非常に短いからである。

【0045】導波管18と放電管16から構成されるアセンブリーを図2と図3を参照して次に説明する。



【0046】前述のように、導波管18はサーファトロ  
ンガイド型印加器10と連結されている。

【0047】サーファトロニガイド10は、導波部自  
体を形成し、導波管18によって導かれ図2の矢印Fで  
示される方向に入射するマイクロウェーブ放射線の伝播  
を目的とする第1部分42、並びに2つの素子、すなわ  
ち放電管16と同軸を持ち以後は同軸部と称する第1素  
子44と図1に示す導波管ブランジャー46から構成さ  
れるインピーダンス整合用第2部分を含む。

【0048】さらに、同軸部44は円筒状であって、そ  
の中には放電管16と同軸で4分の1波長トラップを形  
成する同調ブランジャー48が軸方向に移動自在に装着  
されている。このブランジャーはテフロン（登録商標）  
で製造するのが有利であるすべりワッシャー50に固定  
されている。

【0049】サーファトロニガイド10はブランジャ  
ー46と48の軸方向の位置を調整するための手段を具  
備し、これらの手段は、同調ブランジャー48と短絡ブ  
ランジャー46を動かしてマイクロウェーブ発生器／導  
波管システムをサーファトロニガイド／プラズマシス  
テムにインピーダンス整合させる目的で使用者によって  
手で操作できる棒52と54から構成される。

【0050】同軸ブランジャー48は、4分の1波長ト  
ラップによって無接触短絡を提供して、高性能運転と事  
実上の無保守を可能にしていることが指摘されるべきで  
ある。

【0051】さらに、調整を実施した後に、同調ブラン  
ジャー48を所定位置にロックさせるために、ねじ56  
が同軸部44の本体に設置されている。

【0052】図2から、同調ブランジャー48の動きを  
制限する調整可能な止め具58が、同調をプリセットす  
る目的で対応する制御棒54に装着されていることも分  
かる。

【0053】前述のように、放電管16はスリーブ20  
中に配置され、同軸部44と同調ブランジャー48に対  
して軸方向に移動自在に装着されている。同軸部44の  
本体は、横ねじ62から構成されるスリーブ20保持用  
具をさらに含む。

【0054】特に図3から、スリーブ20は、特に図2  
に示される水冷回路と連通する円筒状室68をその間で  
規定する2つの同軸壁64と66を持つことが分かる。

【0055】運転時には、内壁66と外壁64との間を  
水が流れてスリーブ20を冷却することが想像され得  
る。

【0056】その上、さらなる冷却実施のために、放電  
管16と導電性スリーブ20の内壁66の間のギャップ  
75を通して強制空気流を流す目的で、スリーブ20は  
適切な連結フランジ72によって圧縮空気供給ライン7  
4に連結されている。

【0057】これは、大気圧での運転に必要であり、大

気圧ではプラズマ中にあるガスが電子温度よりは遥かに  
低いものの冷却が無ければ放電管16を溶融する可能性  
がある温度に到達する。

【0058】図2から、スリーブ20の自由端は、導波  
管42の中に出現し後者の内壁と共にギャップ76を規  
定し、それにより、この地点に局限されたマイクロウェ  
ーブエネルギーは表面波を経てプラズマに伝達されるこ  
とが分かる。

【0059】ギャップ76に隣接するサーファトロニ  
ガイド18の壁の断面は導波管42の外壁から材料を除  
く処置によって0.5~0.7mmの間の厚みにまで表  
面波の励起の障害とならないように薄くされているが、  
この処置が無ければ導波管42の壁を構成する構造の加  
熱によって、マイクロウェーブ強度の著しい損失が起こ  
るであろうことが指摘されるべきである。

【0060】また、ギャップ76は、スリーブ20を同  
軸部44で軸方向に動かし、そして、ねじ62によって  
固定することによって調整できることも指摘されるべき  
である。この調整は、高いマイクロウェーブ強度で装置  
が運転されるときにギャップ76での電気アーク形成を  
防止してインピーダンス整合を最適化することを可能に  
する。

【0061】また、図2から、適切な管継手78によっ  
て、放電管16は、前述のようにアルゴンからなるキャ  
リヤーガスを機能は後に詳述する環状チューブに注入す  
る目的で、キャリヤーガス供給用パイプ80に連結され  
ていることが分かる。

【0062】最後にこの図から、放電管16を図示され  
ていない処理すべきガス混合物の供給源に連結する目的  
で、放電管16の自由端は略図で示された管継手82に  
連結されていることが分かる。

【0063】放電管は誘電体物質からなることが指摘さ  
れるべきである。第1の態様によれば、この管16は、  
外径例えば8mmで内径例えば6mmの中空シリカチュ  
ーブ83で構成される。

【0064】サーファトロニガイドと放電管の構造  
が、ガス混合物中での放電をその連結電界が維持してい  
る移動電磁表面波を、放電管83（図3）とそれが含む  
イオン化ガス混合物中に伝播させるように、発生器14  
によって発生されたマイクロウェーブ放射線をギャップ  
76で濃縮することを可能にする。従って、この構造に  
よってギャップ76を通して、入射波の電界と放電管1  
6の軸方向のプラズマとを連通する。

【0065】こうして発生されたプラズマはカラム状で  
あり、その電子密度はギャップから離れるにつれて公知  
の関数に従って減少する。

【0066】放電管16の直径は、その管軸に集中して  
安定且つ再現可能に形成される単一プラズマフィラメン  
トを得るのに十分に小さく選定される。これは、大気圧  
での運転時に、十分に大きい直径の場合には、プラズマ



自体の直径は増加せず、周辺を流れる処理すべきガス状流出物のプラズマ中の活性種との相互作用が益々弱められるからである。その上、誤った挙動を示し、放電管の壁を刺して損傷させる幾つかのプラズマフィラメントが形成される恐れがある。

【0067】許容される流量を増加するために、幾つかの小径放電管を平行に組み合わせるか、あるいは単一管の上に幾つかのマイクロウェーブ印加器を直列に搭載できることが指摘されるべきである。

【0068】上述の配置は、処理すべきガス状流出物の通路に数万ケルビンの温度に相当する非常に高い電子エネルギー励起の場であるプラズマを作り出すことを可能にし、こうして、電子の衝突によって、ガス状流出物分子の化学的に極めて不活性な状態から反応性状態への変換を高い収率で可能ならしめる。

【0069】この装置で発生されたプラズマは局所的な熱力学的平衡 (local thermodynamic equilibrium) (LTE) にないプラズマであることが指摘されるべきである。

【0070】このタイプのプラズマでは、媒体中に存在する電子のみが高いエネルギーにまで高められ、イオン性および中性種の温度は遥かに低いままであり、事実、常温に極めて近い場合がしばしばである。熱力学的平衡にない系では、例えば電磁界の周波数、放電管の直径および補助ガス添加による処理すべきガス混合物の組成などの放電パラメータを変えることによって、多くの状態が到達され得る。

【0071】一方、全ての種が同一の非常に高い(数万Kのオーダーの)温度にある局所的な熱力学的平衡(LTE)にあるプラズマの場合を考えると、総合的反応バランスは必ずしも特定の化学的変換プロセスの達成に有利ではない。

【0072】局所的な熱力学的平衡にあるいずれもの系におけるように、変換の最終状態は、本質的に、系の温度によって決まる。所望の結果への基本的な有用な変換のみならず、望ましくない反応経路が有利になるかも知れない。加えて、媒体の非常に高いエンタルピーが、このエンタルピーの維持がエネルギー的に非常に経費高になる事実の外に、工場レイアウト(冷却など)上の制約に通じる。

【0073】従って、局所的な熱力学的平衡にない状態で発生された放電が、目標の分子の変換を行うに当たって、エネルギー的にもより有効であり、さらにより高度に最適化された運転条件を発見する可能性を提供することが予想される。

【0074】放電においてある種のフッ素化された種が到達し得る非常に高エネルギー励起レベルは、放電管に対してこれらのフッ素化された種を化学的に特に侵食性にして、放電管の壁が数分で穴を開けられることが有り得る。

【0075】放電管が侵食される問題を解決するために、図3は配置を示し、その配置では、この管は2つの同軸シリカチューブ、すなわち放電管それ自体である外径例えば8mmと内径例えば6mmを持つ外側第1中空チューブ83およびこれよりも小径の外径例えば4mmと内径例えば2mmを持つ内側中空チューブ84を含み、こうして処理すべきガス混合物を放電ゾーンに注入することを可能にする。

【0076】これらのチューブは、管継手78を経由して、内側チューブ84の周りへのアルゴンの注入を可能にする円筒状室85を規定し、こうして、表面波チューブの壁を打つ可能性がある腐食性種の量の削減を目的として反応性ガスの周りにシースを形成する。

【0077】内側チューブ84は、処理すべきガス混合物を放電ゾーンに注入するだけに役立ち、完全に後者の外側にあり、電磁表面波の伝播を支援せず、そしてプラズマ維持作業に加わらない、さもなければそれもまた急速に損傷されるからである。

【0078】さらに具体的に述べれば、その下流側端は導電性内側スリーブ20のそれよりも先には伸びず、このチューブのどの部分も前記ギャップには存在しない。

【0079】

【実施例】図4～図7を参照して、各種の実験結果を説明する。

【0080】まず、図4と図5を参照して、SF<sub>6</sub>の分解について述べる。

【0081】これらの図は、放電管16を出る時およびソーダ石灰カートリッジ12を出る時にそれぞれサンプル採取された処理されたガスの波数の関数とした赤外吸収度スペクトルである。

【0082】処理すべきガス状流出物は、流量50 sccm (分当たり標準cm<sup>3</sup>のSF<sub>6</sub>をアルゴン300 sccmで希釈したものであって、入射マイクロウェーブ強度は300 Wに固定した。

【0083】前述のように、事前に、ギャップ76の幅、同軸同調ブランジャー48の位置および導波短絡ブランジャー46の位置を変更することによって、プラズマ発生器10のインピーダンス整合調整を実施した。

【0084】操作棒52と54を用いてプラズマが既に点火されているので、上に述べた二つの後者の調整、すなわち同軸同調ブランジャー48の調整および短絡ブランジャー46の調整のみがリアルタイムに実施できることが指摘されるべきである。

【0085】その上、ギャップ76は連続的に接近によってのみ調整可能で、修正は安全基準に合致しない放射線漏れに作業者を曝さないようにプラズマを点火せずに実施される。同調を完了すると、数ワットの反射エネルギーが得られるだけである。

【0086】運転時には、アルゴンシース85が放電管16が侵食される割合の低減に非常に有効であることが

指摘されてよい。

【0087】放電が完結した図4について説明すると、カートリッジ12の上流での分析はSF<sub>6</sub>に相当するピークが存在しないことを示一方で、放電における反応で形成された生成物に特徴的な吸収線が現れ、その線から、例えば2510.9 cm<sup>-1</sup>と1373.1 cm<sup>-1</sup>におけるSO<sub>2</sub>、1503.3 cm<sup>-1</sup>、1269.9 cm<sup>-1</sup>と886.1 cm<sup>-1</sup>におけるSO<sub>2</sub> F<sub>2</sub> および1824.3 cm<sup>-1</sup>、1190.8 cm<sup>-1</sup>と1023.1 cm<sup>-1</sup>におけるSiF<sub>4</sub>が識別され、シリカチューブの侵食がこれらの生成物の発生に大きな役割を演じている。全てのこれらの生成物は多かれ少なかれ酸性特性により特徴づけられる。

【0088】図5は、ソーダ石灰カートリッジ12の下流では、水蒸気に相当するバンドだけしか残らず、このことは一方ではソーダ石灰がフッ素化された反応性種との反応に有効であるために必要とされる以上に極めて高い程度の水分を通常含み、一方では処理ラインが最終的には空气中に暴露される、という事実によって説明できる。また、一時的状態で非常に小さいSF<sub>6</sub>ピークが947 cm<sup>-1</sup>に現れ、これはライン22の内面によって先に吸収されたSF<sub>6</sub>の脱着に起因する。このピークは定常状態で急速に消失する。

【0089】従って、所望の結果すなわちSF<sub>6</sub>の完全な消失が処理後に達成されるということが特筆されてよい。

【0090】従って、集積回路製作反応器の下流に設置されたこのような装置は、ガス状排出物が事実上完全に破壊されることおよび変換生成物が法的にまたはマイクロエレクトロニクス工業界での慣例によって設けられた

制限値よりも低いレベルで大気中に放出されることを確実にする。

【0091】図6と図7について説明すると、同じ処理技術がC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>に対しても適用可能なことが分かるが、この分子はこの場合に使用される高周波放電でより容易に解離され、従って放電における活性種の著しく高められた濃度に至り、結果として侵食の割合がかなり増加するので、この分子は薄膜堆積反応器のプラズマ洗浄用に目下、極めて高い商業的関心の的である。

【0092】しかし、この分子の場合には、まず第一に、放電管16の内壁への非晶質炭素の薄い固体膜の予期される堆積に起因する難しさが存在する。この非晶質炭素膜はシリカのそれとは異質の誘電機能を必然的に持ち(實際上、後者に比較して良好な導電体であろう)、その存在は波伝播条件を変え、それによってプラズマを攪乱しさらには消す可能性がある。

【0093】非晶質炭素を侵食しチューブを連続的に洗浄可能な追加ガスをガス状流出物の中に注入できるであろうが、これはガス相における変換プロセスを最適化する可能性を制限するであろう(実は、反応器洗浄工程で

はC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>はO<sub>2</sub>によって常に付随されていることがいずれにしても指摘されるべきで、これで十分となるう)。

【0094】予備テストによれば、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>流の大部分の破壊にはSF<sub>6</sub>の同じ流に対するよりも高い入射マイクロウェーブの強度を印加する必要がある。より具体的には、少なくともSF<sub>6</sub>と同じように解離が難しいCF<sub>4</sub>にC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>が変換される極めて高い可能性がある。

【0095】しかし、O<sub>2</sub>の添加がなくても(SF<sub>6</sub>+Arのみ)でも、チューブには如何なる生成炭素析出もないようであり、プラズマが処理中に攪乱されないことが指摘されるべきである。しかし、フッ素化種によるシリカチューブ壁への侵食が無視できない酸素源を構成する可能性がある。

【0096】C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の処理を、入射マイクロウェーブ強度400W、外側チューブ83のAr入射流量300 sccmとして、中央の内側チューブ84ではAr100 sccm、O<sub>2</sub>からなる補助ガス50 sccmそしてC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>50 sccmとして実施した。

【0097】放電を完結して、プラズマから離れる時に図6の赤外スペクトルが得られる。C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>に対応するピークは見られないが、低い濃度のCF<sub>4</sub>が形成されている。識別される他の変換生成物は、CO<sub>2</sub>、CO F<sub>2</sub>、SiF<sub>4</sub>およびCOであり、これら大部分はCOを別にして湿ったソーダ石灰と反応することが知られている。

【0098】カートリッジの後では、赤外分析スペクトル(図7)は、SiF<sub>4</sub>とCOF<sub>2</sub>の残留量が極めて高い信頼度でTLV(限界値)よりも低いことを示す。実際、検出可能なしはしない。一方、CO分子に適用されるTLV(限界値)(50 ppm)よりも十分に低いことをチェックするために、COの濃度を測定する必要があるだろう。

【0099】このシステムでのCF<sub>4</sub>形成は、破壊効率の定義におけるある程度の曖昧さをもたらす。これは、この化合物は毒性があるとされ、TLV(限界値)を持たないことが指摘されるべきだからである。したがって、放出濃度に対しては法制上の絶対制限値がないかも知れない。その上、温室効果ガス用に準備中の放出基準は相対的削減に関わる(例えば初期濃度の80%)。処理すべき流出物中にはCF<sub>4</sub>は存在しない。しかし、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の初期濃度に比較して、CF<sub>4</sub>の最終濃度は極めて低いと思われる。

【0100】しかし、酸素の流量を100 sccmにまで高めると、放電時の反応は一般にCF<sub>4</sub>を形成しなくなることを示している。従って、破壊の有効性に関しては、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の場合に結果も非常に肯定的であるといえるであろう。一方、放電時のマイクロウェーブの強度密度の増加のために、とりわけ放電管16への侵食の問題はさらに重大である。

【0101】この問題を克服するために、例えばアルミナのようなセラミックから製造されたチューブのように、励起されたフッ素化種による侵食が著しく低い材料から放電管を製造することが可能である。弗化水素酸の水溶液に浸漬したアルミナチューブが実質的に劣化しないことは容易に検査される。しかし、この材料はプラズマの点火時と停止時に発生する熱ショックに非常に高い感受性を持つので、この材料には欠点がある。

【0102】しかし、この熱ショックの影響は、放電管の周囲を回って流れる流体の循環による冷却を提供することによって緩和できるであろう。シリカからなる外側同心チューブは冷却材の封じ込め作用をなし、冷却材は2つのチューブで形成された円筒状スペースを通して流れる。冷却材は特に水である。

【0103】図8は上述のようにして製造された放電管86を示す。

【0104】この図はシリカ製外側チューブ88で取り囲まれたセラミック放電管86を示し、これらの2つのチューブは前に述べたスリーブに類似のスリーブ90に収められている。

【0105】この図は、前述の例示的態様のように、スリーブ90が部分的に示されている冷却回路91に連結されていることを示す。

【0106】同様に、対応する供給パイプ92を経由して供給されるガス状冷却材は、スリーブ90とシリカチューブ88の間のスペースを流される。しかし、ここでは、このガスによる冷却は任意である、何故ならば、放電管の水冷が存在するので、この水冷の方が一般に前者のタイプの冷却よりも遙かに効果が大きいからである。

【0107】冷却水は、入り口ノズル93と出口ノズル94の間で、放電管86と外側シリカチューブ88間にあるスペースを通して流れる。開放回路で水道水が使用されるならば、取り込み圧力は本管のそれであり、出口ノズル94から出る水は排水路に放出される。

【0108】一方、閉回路冷却が使用されるならば、ここでは示されていない連続ポンピングと冷却装置が放電管の外部に設置される。

【0109】見て分かるように、管継手95と96は、冷却水が流れるチューブ間スペースの外部環境からの密封を提供する意図のものである。

【0110】さらに、キャリアガスと処理すべきガスは、図示されていない適切な管継手によって放電管86の上流端97に連結された供給パイプによって同時に供給される。

【0111】次に、処理されたガスは、図示されていない適切な管継手によって放電管86の下流端98に連結されたラインを経て上述のものに類似の処理装置に供給される。

【0112】この水冷は、大気圧表面波プラズマの場合にのみ有利であることに注意されるべきである。これ

は、この場合には、発生された非常に濃いプラズマがマイクロウエーブで提供されるエネルギーのかなりの部分を取るのに、低い圧力で維持されている密度がもっと低いプラズマの場合には、このエネルギーは実際には水の加熱にしか役立たないからである。

【0113】しかし、先の場合においても、冷却水の層の厚みを可能な限り低減して、この層内での電磁エネルギー損失を最小限に押さえることが必要である。

【0114】外径5mmと内径4mmを持つアルミナチューブを使用し、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> 流量25 sccm、O<sub>2</sub> 流量30 sccmそしてアルゴン流量500 sccmで、十分な結果が得られた。マイクロウエーブ強度900Wで、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> ピークが観察されないのみならず、CF<sub>4</sub> も事実上消滅した。

【0115】しかし、この装置を使用して実施された各種の実験は、許容流量には約50~70 sccm (標準cm<sup>3</sup>/分) のある飽和流量が存在することを示し、これは多くの応用分野では不十分である。

【0116】実は、発生器によってサーファトロンーガイド印加器に供給されたマイクロウエーブの力があるエネルギー値を越えると、流入ガス(SF<sub>6</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>など)の解離部分はもはや殆ど増加しない。この場合には、追加マイクロウエーブエネルギーは解離生成物をより高いレベルまで励起するのに単に使用され、流入ガスの分子をもはや分解させないと思われる。

【0117】図9はこの欠点を克服する装置を示し、この装置では、各々対応する放電管に連結した2つのプラズマ発生器ステージ100と102が直列に配置されている。

【0118】これらのステージ100と102は、図1~3を参照して先に述べたものと同一であるので、再び説明はしない。

【0119】図1で述べた処理中のガス状流出物が流れるラインは、この装置用に修正されていて、処理すべきガス状流出物は矢印Fの方向に、第1プラズマ発生器ステージ100を通り、それから第1ソーダ石灰カートリッジ104を通り、それから第2プラズマ発生器ステージ102そして最後に第2ソーダ石灰カートリッジ106に至る。

【0120】その結果、第1ソーダ石灰カートリッジは処理すべきガス流から第1プラズマによって形成された全ての解離および/または反応性種を除去し、第1プラズマで反応しなかった処理すべきガスの部分のみが第2プラズマに導入される。

【0121】図1を参照して先に述べたセルと同一である分析セル108と110が第2ソーダ石灰カートリッジ106の各側に設置されている。

【0122】さらに、2つの分岐ライン112と114が、第1プラズマ発生器ステージ100通過後および第1ソーダ石灰カートリッジ104の後で、ガス流の分析を

可能にする。

【0123】図6と7を参照して記述した実験で使したものに類似の $C_2F_6/O_2/Ar$ 混合物を使用して2つのプラズマを同時に運転しようと試みる時には、第2放電が著しく攪乱され、実際、数秒後には遮断されると思われる。これは第2プラズマの上流に位置する第1ソーダ石灰カートリッジ104の存在に起因すると推測するのは当然である。ソーダ石灰は、下流にあるプラズマを消す恐れがある物質をガス流に導入する可能性がある。

【0124】まず第一に、商業的に得られるソーダ石灰粒は大量の裸眼には見えない非常に小さい固体粒子を形成することがよく知られている。放電挙動に対するこれらの粒子のめざましい効果はよく知られている。特に、これらの粒子は非常に有効な電子トラップとして作用し、従ってプラズマの維持に非常に強い反対効果を示す。

【0125】その上、酸性ガス状流出物と効果的に反応するために、ソーダ石灰は僅かに湿っていなければならない。ソーダ石灰中で発生した中和反応は、大量の余剰水を形成する。水蒸気が第2プラズマ発生器102に導入されると、その解離がまたプラズマの減衰に強い効果を持つ高濃度の水素を形成する。マイクロウェーブ放電をアルゴン中で維持するよりも水素中で維持するほうが難しいことは実際によく知られている。

【0126】この欠点を克服するために、粒子と水を留め置く手段が第1ソーダ石灰カートリッジ104と第2プラズマ発生器ステージ102の間に挿入され、これらの手段は例えば、ガス流の脱水に極めて効果的なシリカゲルのカートリッジ116から構成され、これはまた粒子の大部分を阻止すると思われる。これを使用しない場合、粒子フィルターも使用可能であろう。

【0127】第1ステージ100では1100Wのマイクロウェーブ強度、第2ステージ102では800Wのマイクロウェーブ強度、 $C_2F_6$ 流量200sccm、 $O_2$ 流量215sccmそしてアルゴン流量5000sccmでこの装置を運転することによって、 $C_2F_6$ および発生した $CF_4$ の80%が破壊され、これにより、現在効力があるかあるいは準備段階にある勧告または規制で課せられた目標値への到達が可能になる。

【0128】図4～7を参照する処理例の記述は $SF_6$ と $C_2F_6$ の処理に関わるが、勿論、上で述べた処理プロセスは任意のタイプの過フッ素化ガスおよびハイドロ

フルオロカーボンガス並びに例えばクロロフルオロカーボンである任意の他のハロゲン化ガスにも適用されることに注意されるべきである。

【0129】その上、上述の装置の記述では、プラズマはサーファトロンガイドを使用して発生される。この変形として、既知の他の高周波プラズマ発生用機器、例えば表面波関連のサーファガイドまたは「Ro-Box」あるいは共振空洞器を装置に装着することも可能である。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による過フッ素化ガスおよびハイドロフルオロカーボンガス処理用装置の概略図。

【図2】プラズマ励起器および連結された処理用反応器の縦方向の断面図。

【図3】図2の反応器の一つの要素のIIII-IIII線上の断面である。

【図4】誘電体チューブを出る時のガス混合物の赤外スペクトルであって、 $SF_6$ の分解を示す図。

20 【図5】ソーダ石灰カートリッジを出る時の図4のガス混合物の赤外スペクトルであって、処理後の残存組成を示す図。

【図6】誘電体チューブを出る時のガス混合物の赤外スペクトルであって、 $C_2F_6$ の分解を示す。

【図7】ソーダ石灰カートリッジを出る時の図6のガス混合物の赤外スペクトルであって、処理後の残存組成を示す図。

【図8】本発明の他の態様によるプラズマ発生反応器の縦方向の断面図。

30 【図9】本発明の他の態様による過フッ素化ガスおよびハイドロフルオロカーボンガスの処理用装置の概略図。

#### 【符号の説明】

10, 100, 102...表面波励起器

12...反応性物質

16...中空誘電体チューブ

17...大気圧プラズマ

20...円筒状スリーブ

48...同軸ブランジャー

64...外側シリンダー

66...内側シリンダー

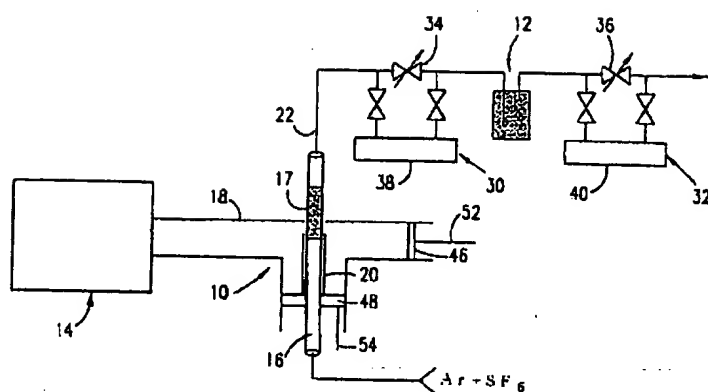
40 75...円筒状スペース

76...入射波集中領域

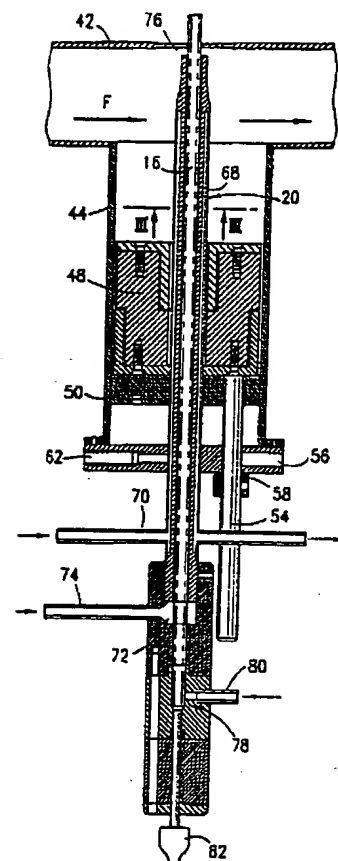
83, 84...中空誘電体チューブ

88...シリカチューブ

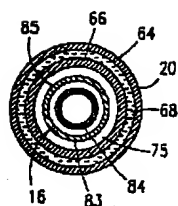
【图 1】



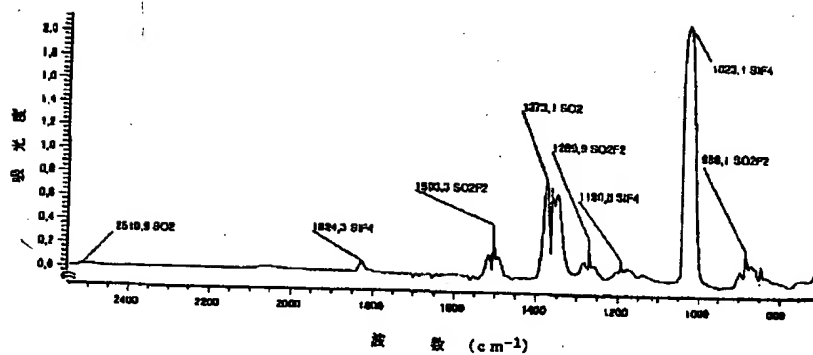
【図2】



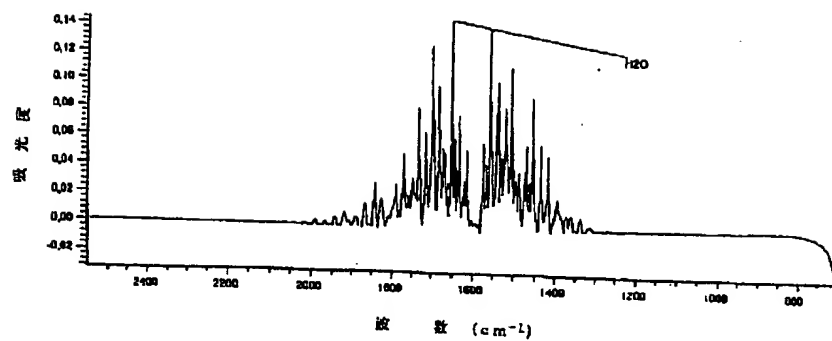
【例 3】



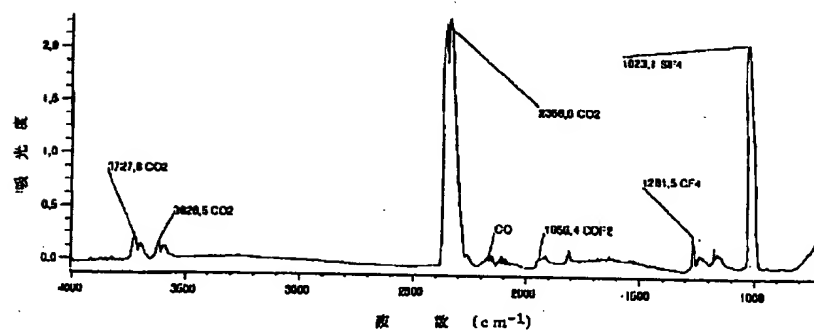
【図 4】



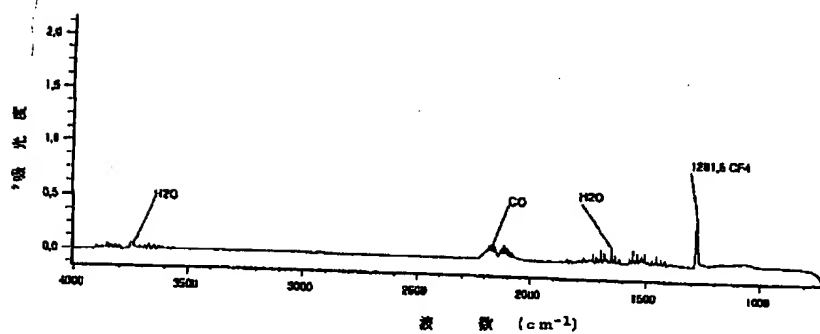
【図5】



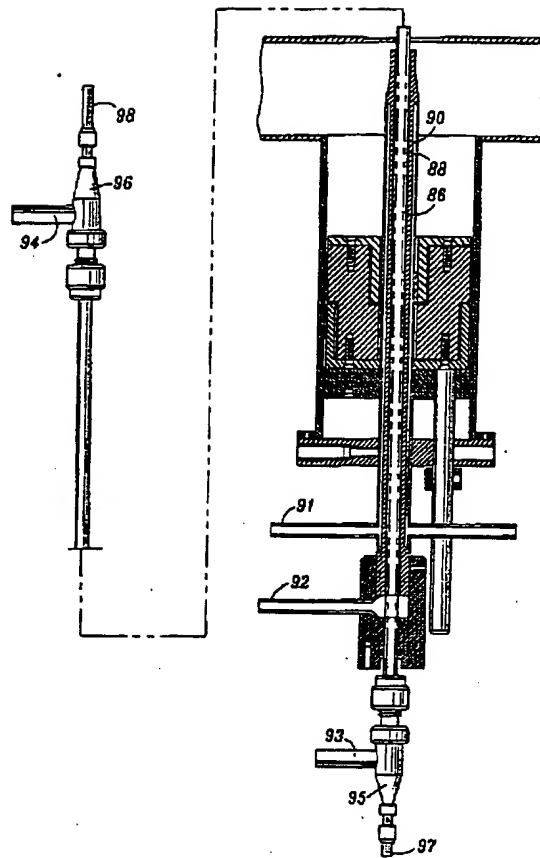
【図6】



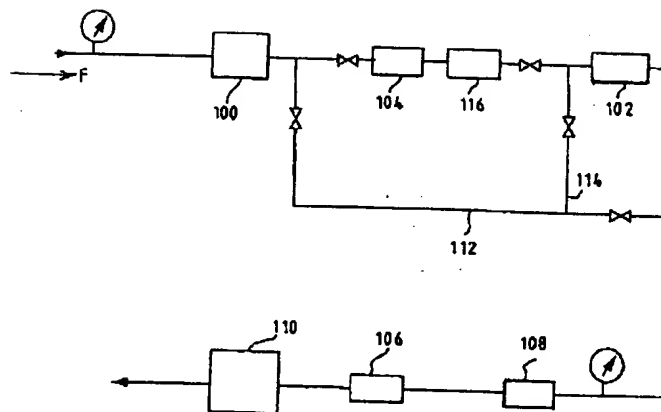
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.6  
B01D 53/68

識別記号

FI  
B01D 53/34

134C



(72)発明者 フランソワ・クーレ  
フランス国、78280 ギュイヤンクール、  
レジダンス・レ・サンフォニー、プールパ  
ール・ベトベンヌ 63

(72)発明者 クロード・ドゥ・サン・エティエンヌ  
フランス国、91400 オルセイ、ゴメス・  
ラ・ビル、ラ・ビーニュ・ア・ペロン 46

(72)発明者 ミシェル・モワザン  
カナダ国、エイチ3シー・3ジェイ・シ  
ー、ケベック、モンリオール、ボワッ  
ト・ポスタル 6128・スュキユルサル・ア  
ー、プールパール・エドワール・モンブチ  
2900、ユニバルシテ・ドゥ・モンリオ  
ール内